

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВЫХ СООТНОШЕНИЙ У ДЕТЕЙ С ДВУСТОРОННИМ ВЫСОКИМ СТОЯНИЕМ БОЛЬШОГО ВЕРТЕЛА

Бортулёв П.И.¹, Виссарионов С.В.^{1,2}, Басков В.Е.¹, Поздников И.Ю.¹, Барсуков Д.Б.¹

¹ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Пушкин, e-mail: pavel.bortulev@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Ряд заболеваний тазобедренного сустава сопровождается развитием многоплоскостной деформации бедренного компонента тазобедренного сустава с высоким стоянием большого вертела. Оценка состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей и взрослых с различной патологией позвоночного столба и тазобедренных суставов позволяет прогнозировать развитие дегенеративных процессов в них, одновременно с этим на сегодняшний день в доступной мировой литературе отсутствуют данные о состоянии сагиттального баланса у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела. Цель работы - изучить показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и определить тип вертикальной осанки у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела. В исследование вошли 30 пациентов (60 тазобедренных суставов) в возрасте от 13 до 16 лет ($14,5 \pm 0,9$) с двусторонним высоким стоянием большого вертела бедренной кости. Всем пациентам проводилось стандартное ортопедическое обследование с анкетированием шкалами Harris hip score и Oswestry. Всем пациентам проведена рентгенометрия показателей, характеризующих состояние тазобедренного сустава и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений. Клинико-рентгенологические изменения сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений проявляются в гиперлордозе поясничного отдела позвоночника, который возникает в результате формирования избыточной антеверзии таза. Выявлена сильная положительная корреляционная связь между высотой стояния большого вертела и показателем наклона крестца – коэффициент Пирсона составил 0,69. Для детей с высоким стоянием большого вертела характерно выраженное увеличение значений глобального поясничного лордоза (GLL), угла наклона крестца (SS), уменьшение значений угла наклона таза (PT) и смещение линии вертикального отвеса (SVA) кзади от мыса крестца. Подобная рентгенологическая картина соответствует IV (гиперлордотическому) типу вертикальной осанки по P. Roussouly.

Ключевые слова: дети, высокое стояние большого вертела, сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения, избыточная антеверзия таза, гиперлордоз.

EVALUATION OF CONDITIONS OF SPINO-PELVIC RATIOS IN CHILDREN WITH BILATERAL HIGH RIDING TROCHANTER

Bortulev P.I.¹, Vissarionov S.V.^{1,2}, Baskov V.E.¹, Pozdnikov I.Yu.¹, Barsukov D.B.¹

¹The Turner scientific research institute for children's orthopedics, St. Petersburg, Pushkin, e-mail: pavel.bortulev@yandex.ru;

²Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg

A number of diseases of the hip joint is accompanied by a multi-plane deformation of the femoral component of the hip joint, resulting in a high riding trochanter. Assessment of the state of sagittal spino-pelvic ratios in children and adults with various pathologies of the vertebral column and hip joints allows us to predict the development of degenerative processes in them, at the same time, there are no data available in the world literature on the state of sagittal balance in children with bilateral high riding trochanter. Purpose - to evaluate the indicators of sagittal spino-pelvic ratios and determine the type of vertical posture in children with bilateral high riding trochanter. The study included 30 patients (60 hip joints) aged 13 to 16 years (14.5 ± 0.9) with bilateral high riding trochanter. All patients underwent a standard orthopedic examination with a Harris hip score and Oswestry questionnaire. All patients underwent radiometry of indicators characterizing the state of the hip joint and sagittal spino-pelvic ratios. Clinical and radiological changes in sagittal spino-pelvic ratios are manifested in lumbar hyperlordosis, which occurs as a result of the formation of excessive pelvic anteversion. A strong positive correlation was found between the height of the great trochanter and the sacral slope – the Pearson coefficient was 0.69. For children with high riding trochanter characteristically increase in the values of global lumbar lordosis (GLL), sacral slope (SS), a decrease in the values of pelvic tilt (PT) and a shift of the sagittal vertical axis (SVA) posterior to the cape of the sacrum. This x-ray pattern corresponds to the IV (hyperlordotic) type of vertical posture according to P. Roussouly.

Keywords: children, high riding trochanter, sagittal spino-pelvic ratios, excessive pelvic, anteversion, hyperlordosis

Заболевания тазобедренного сустава часто сопровождаются деформацией его компонентов. При этом существуют нозологические формы, сопровождающиеся развитием многоплоскостной деформации тазобедренного сустава с формированием высокого стояния большого вертела. Среди таких заболеваний: последствия острого гематогенного остеомиелита, болезнь Пертеса, юношеский эпифизеолиз головки бедренной кости, врожденная и приобретенная варусные деформации шейки бедренной кости. Кроме того, по данным ряда исследователей, высокое стояние большого вертела может формироваться в результате перенесенного постиммобилизационного ишемического некроза головки бедренной кости после применения одномоментного вправления головки бедра с последующей жесткой иммобилизацией нижних конечностей при лечении дисплазии тазобедренных суставов и применения метода гипербарической оксигенации в период новорожденности, вследствие поражения зон роста [1; 2].

Впервые предположение о связи коксартроза и анатомических изменений со стороны проксимального отдела бедренной кости высказал R. Murray (1965). В последующем это состояние было названо феморо-ацетабулярным импинджментом (FAI), патомеханика которого была максимально подробно описана в трудах M. Leunig и R. Ganz [3; 4]. Дальнейшее изучение данного патологического состояния позволило выделить несколько внесуставных типов FAI, наиболее распространенным из которых является «вертельно-тазовый импинджмент» – trochanteric - pelvic impingement (TPI) [5; 6]. Формирующееся еще в детском возрасте высокое стояние большого вертела (high – riding trochanter) с ростом приводит к ограничению амплитуды движений в тазобедренных суставах и хромоте в связи с прогрессирующей слабостью ягодичных мышц. Кроме того, у некоторых пациентов длительно существующее высокое стояние большого вертела может приводить к формированию подвывиха бедра, что в свою очередь сопровождается развитием болевого синдрома и раннего коксартроза.

Общеизвестно, что любые изменения в кинетической системе «тазобедренные суставы - пояснично-крестцовый отдел позвоночника» способны приводить к анатомическим и биомеханическим изменениям как в тазобедренных суставах, так и в позвоночно-двигательных сегментах. Более того, эта система способна к взаимному отягощению, что достаточно подробно описано у детей с различной патологией позвоночника, диспластическим подвывихом бедра и у взрослых пациентов с коксо-вертебральным синдромом [7; 8].

Основным методом лечения пациентов с высоким стоянием большого вертела является хирургическое. Достижение правильных анатомических соотношений достигается выполнением корригирующей остеотомии бедренной кости, низведением большого вертела с моделирующей резекцией шейки бедренной кости, а в редких случаях - сочетанием вышеуказанных методик [9; 10].

Однако на сегодняшний день в доступной мировой литературе абсолютно отсутствуют данные о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений, определяющих тип вертикальной осанки у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела.

Цель исследования: изучить показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и определить тип вертикальной осанки у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела.

Материалы и методы исследования

В исследование вошли 30 пациентов (60 тазобедренных суставов) в возрасте от 13 до 16 лет ($14,5 \pm 0,9$) с двусторонним высоким стоянием большого вертела бедренной кости. Пациентов женского пола было 18 (60%), мужского – 12 (40%). Критериями включения пациентов в исследование явились: возраст детей, тест Риссера больше 3, расположение вершины большого вертела выше центра ротации головки бедренной кости с укорочением шейки, отсутствие нарушения стабильности тазобедренного сустава, отсутствие деформации головки бедренной кости, отсутствие сгибательной контрактуры в тазобедренных суставах, отсутствие врожденной и приобретенной патологии позвоночника, отсутствие неврологических нарушений, а также системной и генетической патологии, отсутствие в анамнезе хирургических вмешательств на позвоночнике и тазобедренных суставах.

Критерии исключения пациентов из исследования: наличие нестабильности тазобедренных суставов в виде подвывиха или вывиха, хирургическая ятрогенная этиология деформаций, варусная деформация проксимального отдела бедра (шеечно-диафизарный угол $<115^\circ$), генетически верифицированные системные дисплазии скелета.

Клиническое обследование проводили по общепринятой методике для пациентов с патологией тазобедренных суставов (Маркс О.В., 1978). С целью получения максимально объективной информации, касающейся жалоб пациентов, нами использован метод анкетирования специализированными шкалами – опросниками Harris hip score и Oswestry. Выраженность болевого синдрома оценивали при помощи международной визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Лучевые методы исследования включали рентгенографию тазобедренных суставов в прямой проекции и в положении по Лауэнштейну, а также боковую панорамную рентгенограмму позвоночника C1-S1 с захватом бедренных костей в

положении пациента стоя. На основании результатов лучевого исследования проводили оценку таких показателей, как угол Sharp и Wiberg, степень костного покрытия (СКП), шеечно-диафизарный угол, угол антеверзии проксимального отдела бедренной кости, межвертельное расстояние (trochanter-to-trochanter distance, TTD), расстояние между центром головки бедра и вершиной большого вертела (center-trochanter distance, CTD), величина грудного кифоза и поясничного лордоза, угол отклонения таза (PI), угол наклона крестца (SS), угол наклона таза (PT) и вертикальная линия отвеса (SVA).

Оценку полученных рентгенометрических данных проводили при помощи программы Surgimap v. 2.2.15.5. Статистический анализ осуществляли с помощью программ Excel 2010 и IBM SPSS Statistic v.23 (USA). Осуществляли вычисление средней величины значения показателей и величину стандартного отклонения. Корреляционный анализ выполняли с использованием критерия Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

При поступлении в отделение патологии тазобедренного сустава ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава РФ 23 пациента (76,7%) предъявляли жалобы на нарушение походки, ограничение отведения в тазобедренном суставе и болевой синдром, преимущественно по задне-боковой поверхности бедра, после непрерывной ходьбы в течение 2 часов или при незначительных физических нагрузок, а также болевые ощущения в поясничном отделе позвоночника. У остальных 7 пациентов (23,3%) основной жалобой была хромота и нарушение функции тазобедренных суставов. Болевой синдром в поясничном отделе позвоночника возникал только после физических нагрузок. Средний балл после анкетирования шкалами-опросниками Harris hip score и Oswestry составил $66,6 \pm 4,7$ балла и $21,5 \pm 3,7\%$ соответственно. Полученные данные свидетельствуют о наличии ограничений в образе жизни, характерном для данной возрастной категории детей, за счет нарушения функции тазобедренных суставов и болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника. Изучение данных анамнеза позволило определить причину формирования двустороннего высокого стояния большого вертела (рис. 1).

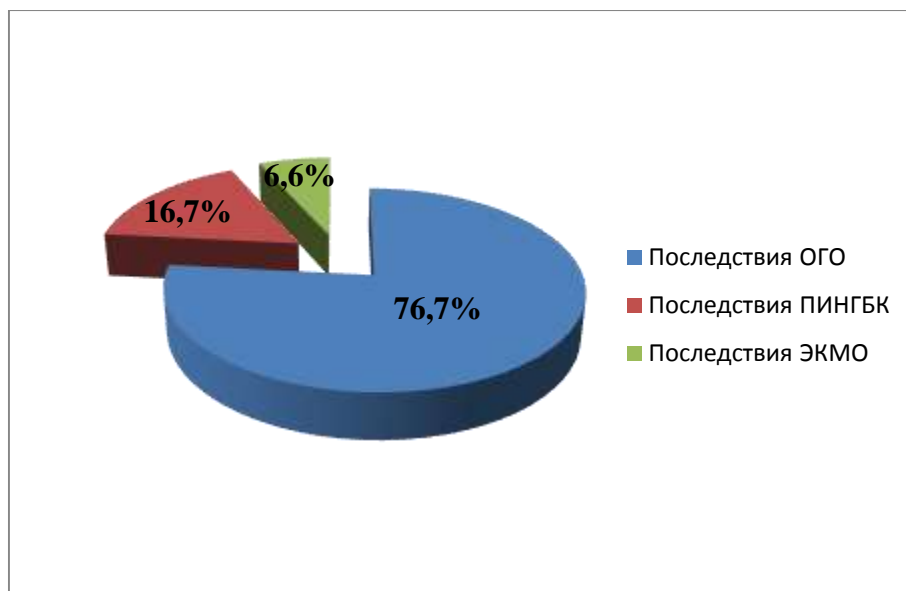


Рис. 1. Диаграмма распределение пациентов с двусторонним высоким стоянием большого вертела бедренной кости по этиологии

На основании полученных данных отмечено, что в 76,7% наблюдений (23 пациента) причиной патологического роста большого вертела был перенесенный в период новорожденности острый гематогенный остеомиелит, в 16,7% случаев (5 пациентов) состояние было обусловлено лечением различной степени тяжести дисплазии тазобедренных суставов по методике А. Lorenz, а в 6,6% наблюдений (2 пациента) - гипертрофия большого вертела сформировалась в результате использования метода экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) в период новорожденности.

Значимой разницы (более 1 см) в длине нижних конечностей не было выявлено ни у одного пациента. Симптом Тренделенбурга был положительный с двух сторон у всех пациентов.

Нарушение фронтального баланса позвоночника не отмечено ни у одного пациента. Тест Адамса был отрицательный у всех детей. Изменения сагиттального профиля позвоночника отмечались у всех пациентов и проявлялись гиперлордозом поясничного отдела. Изменения в гониометрии пораженных тазобедренных суставов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Амплитуда движений в тазобедренных суставах у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела

Движение	Амплитуда (M±SD)
Сгибание	110±5°

Разгибание	$5\pm 5^\circ$
Отведение	$10\pm 5^\circ$
Внутренняя ротация	$15\pm 10^\circ$
Наружная ротация	$45\pm 15^\circ$

Из таблицы 1 видно, что у всех пациентов имело место ограничение отведения, разгибания и внутренней ротации, а также чрезмерная наружная ротация в тазобедренном суставе. Положительный impingement тест диагностирован у 22 пациентов (73,3%), при этом средний балл по шкале ВАШ во время его проведения у 18 пациентов (81,8%) составил $3,4\pm 1,5$ балла, а у 4 пациентов (18,2%) – $4,7\pm 0,8$ балла. Полученные данные соответствовали средней интенсивности болевого синдрома.

Данные результатов рентгенологических методов исследования (максимальные, минимальные и средние значения величин углов Sharp, Wiberg, ШДУ, УА, TTD, CTD степени костного покрытия, грудного кифоза, поясничного лордоза и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений) представлены в таблице 2.

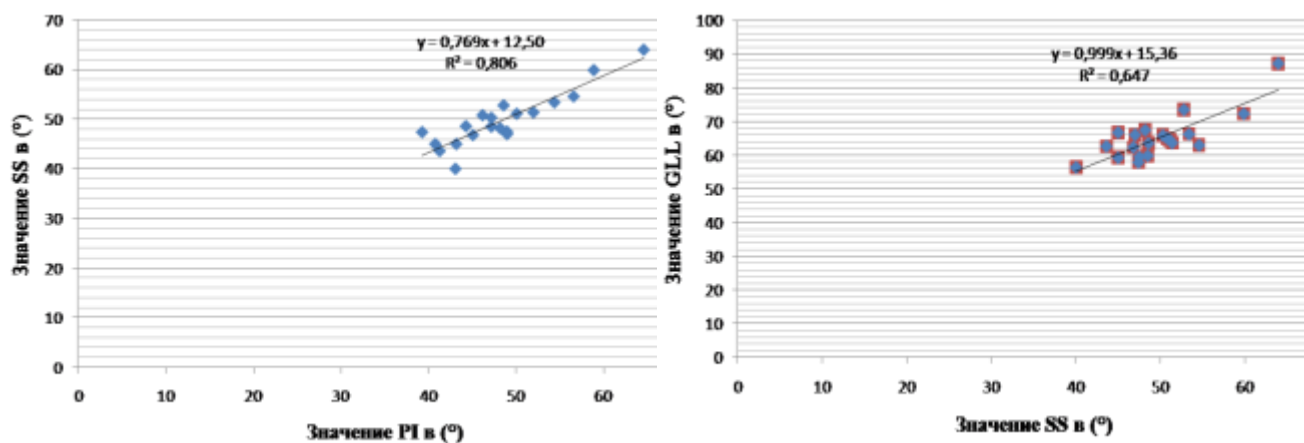
Таблица 2

Значения показателей пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости, стабильности тазобедренного сустава, сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений у детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела в сравнении с нормативными показателями по данным литературы

Показатели	Пациенты с двусторонним высоким стоянием большого вертела, $M\pm SD$ (min-max)	Средние величины показателей у здоровых детей (по Камоско М.М. 2010 [11], Hesarikia H. et al., 2018 [12]), $M\pm SD$
Угол Sharp ($^\circ$)	$40,1\pm 3,4$ (34-47)	35-45
Угол Wiberg ($^\circ$)	$32\pm 4,4$ (26-40)	25-40
СКП (%)	$94,3\pm 6,5$ (85-100)	85-100
ШДУ ($^\circ$)	$135,3\pm 5,6$ (122-143)	125-140
УА ($^\circ$)	$24\pm 6,1$ (12-36)	10-30
TTD (мм)	$59,5\pm 9,6$ (43-74,5)	$55,1\pm 11,5$

CTD (мм)	29,4±3,6 (21,6-34)	
PI (°)	48,4±6,4 (39,3-64,6)	45,4±10,7
PT (°)	-1,4±2,8 (-8,1-3,1)	10,3±6,5
SS (°)	49,8±5,5 (40-64)	35,4±8,1
TK (°)	35,6±4,2 (21,3-41)	37,1±9,9
GLL (°)	65,1±6,8 (56,3-87,3)	39,6±12,4
SVA (°)	-18,4±6,2 (-27,4-0)	0,1±2,3

На основании полученных данных таблицы 2 отмечено, что показатели, характеризующие пространственное положение вертлужной впадины, а также стабильность тазобедренных суставов, оставались в пределах физиологической нормы. Пространственная ориентация проксимального отдела бедренной кости по своим угловым величинам также соответствовала нормальным показателям, одновременно с этим отмечалось существенное по сравнению с нормой [2; 13] увеличение значений показателя CTD при незначительных изменениях в показателе TTD. Это свидетельствует об анатомической деформации проксимального отдела бедренной кости в виде укорочения шейки бедренной кости и гипертрофии большого вертела. Показатели кифоза грудного отдела позвоночника оставались в пределах физиологических значений, в то время как значения поясничного лордоза значительно превышали показатели физиологической нормы. Изучение показателей, характеризующих сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения, выявило различия в позиционных показателях (уменьшение PT и увеличение SS), а также выраженное смещение SVA кзади от мыса крестца. Подобные изменения в сагиттальных позвоночно-тазовых соотношениях проявляются чрезмерной антеверзией таза и негативным дисбалансом, что соответствует IV гиперлордотическому типу вертикальной осанки по классификации P. Roussouly. Проведение корреляционного анализа позволило выявить наличие прямой сильной связи между значениями показателей PI и SS ($r=0,89$; $p<0,05$), GLL и SS ($r=0,8$; $p<0,05$) (рис. 2 А, Б). Одновременно с этим нами выявлена сильная положительная зависимость величины показателя SS от CTD ($r = 0,69$; $p<0,05$) (рис. 3).



А

Б

Рис. 2. Сильная корреляционная связь: А – между значениями показателя PI и SS;

Б – между значениями показателями SS и GLL

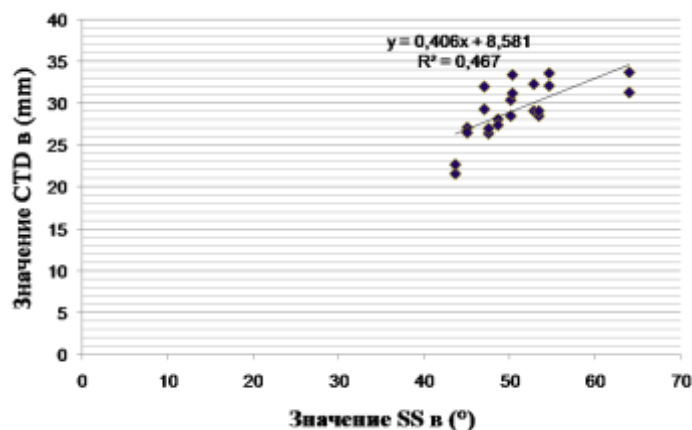


Рис. 3. Сильная корреляционная связь между значениями показателя SS и CTD

Ряд заболеваний тазобедренного сустава оказывают негативное влияние на зоны роста проксимального отдела бедренной кости, вызывая формирование многоплоскостных деформаций. Вне зависимости от этиологического фактора наиболее часто встречающимся патологическим состоянием является высокое стояние большого вертела, возникающее из-за повреждения ростковой зоны головки бедренной кости и верхнего края шейки. С ростом происходит нарушение анатомии и биомеханики тазобедренного сустава за счет сближения точек прикрепления ягодичных мышц, что в последующем может являться причиной внесуставного импинджмента [14]. Клинически это проявляется дисфункцией ягодичных мышц, нарушением походки, а также болевым синдромом.

Для проведения оценки состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений нами проведен сравнительный анализ с показателями здоровых детей в аналогичной возрастной категории [12].

Полученные в настоящем исследовании у пациентов с двусторонним высоким стоянием большого вертела данные анатомического показателя PI не имели значимых различий от аналогичных параметров у здоровых детей. Одновременно с этим изучение состояния позиционных показателей PT и SS, которые отражают отклонение таза в горизонтальной плоскости, показало, что они имели достоверные различия от здоровых детей. Средние значения показателя PT были значительно уменьшены, а SS – наоборот – увеличены. Полученные данные состояния тазовых индексов указывают на наличие избыточной ротации таза кпереди.

В данном исследовании основные показатели позвоночно-тазовых соотношений имели сильную корреляционную связь между собой, что соответствует данным литературы [12]. Кроме того, нами выявлена сильная прямая зависимость между показателями антеверзии таза и величиной высоты стояния большого вертела.

Средние значения показателя грудного кифоза позвоночника не имели существенных отличий от аналогичных величин у здоровых детей. Одновременно с этим показатели поясничного лордоза превышали показатели физиологической нормы в данном возрастном периоде практически в 2 раза. Изучение полученных значений показателя SVA как характеристики глобального сагиттального баланса показало, что типичным для детей с двусторонним высоким стоянием большого вертела является смещение вертикальной линии отвеса кзади от мыса крестца в среднем на 18,4 мм. Таким образом, для данной категории пациентов характерным является отрицательный дисбаланс, поскольку сбалансированным считается человек при условии отклонения SVA менее чем на 4 мм от линии гравитации [15; 16].

Согласно разработанной Р. Roussouly (2003) классификации типов вертикальной осанки в асимптоматической когорте людей появилась возможность прогнозирования появления и течения дегенеративно-дистрофических процессов в поясничном отделе позвоночника. Полученные в настоящем исследовании данные соответствуют гиперлордотическому IV типу вертикальной осанки, что создает условия для анатомических изменений, способствующих возникновению патологической нагрузки на заднюю опорную колонну позвоночника с формированием «целующихся» остистых отростков и, в ряде случаев, спондилолистеза [17] (рис. 4).

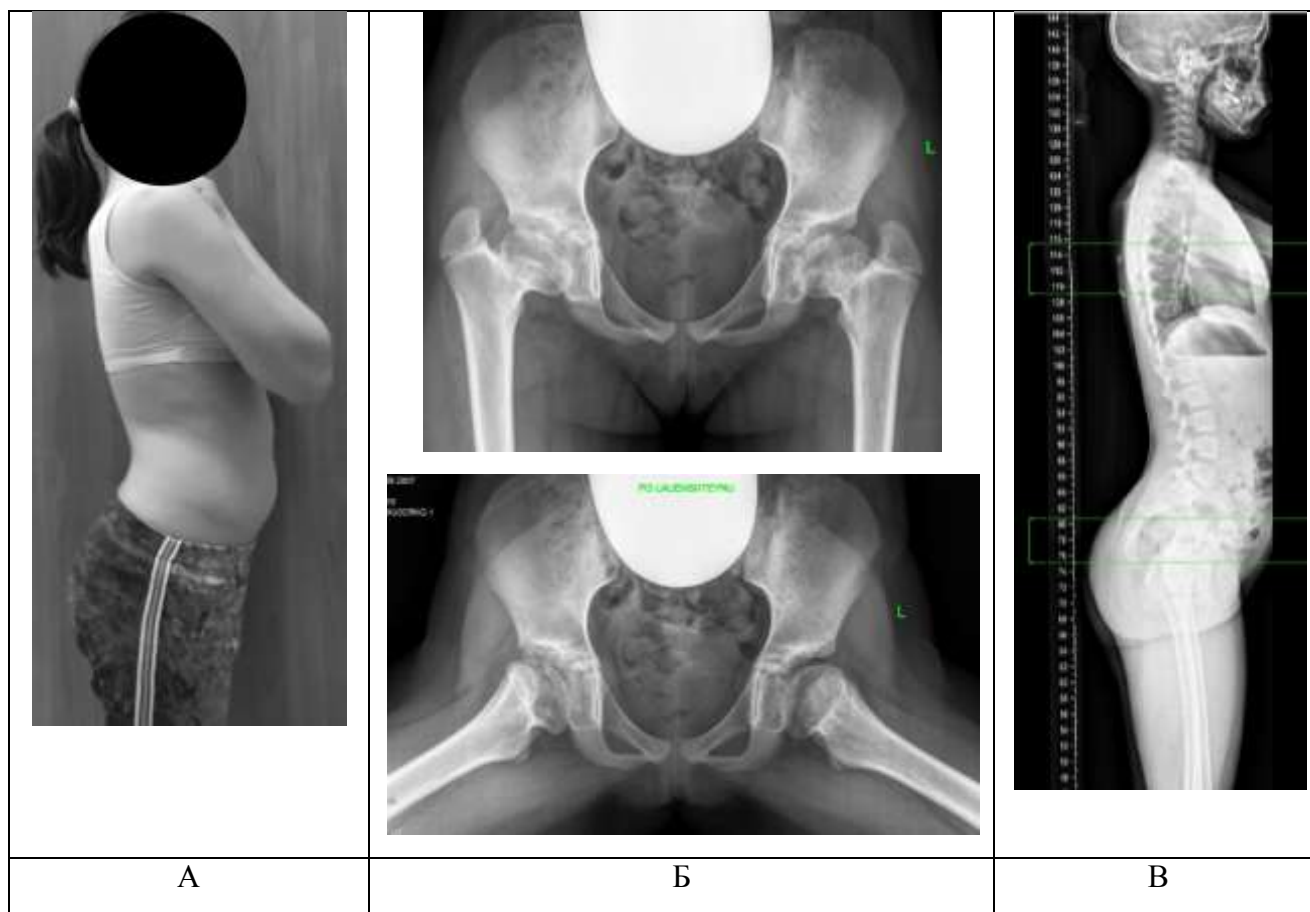


Рис. 4. Пациентка А., 13 лет, с диагнозом: последствия острого гематогенного остеомиелита в виде многоплоскостной деформации проксимального отдела бедренной кости с высоким стоянием большого вертела. А – внешний вид пациента – усилен поясничный лордоз; Б – рентгенография тазобедренных суставов в прямой проекции и в положении по Лауэнштейну – сохарlана, укорочение шейки бедренной кости с высоким стоянием большого вертела с двух сторон; В – боковая панорамная рентгенограмма позвоночника C1-S1 с захватом бедренных костей – избыточная ротация таза кпереди и гиперлордоз поясничного отдела позвоночника

Заключение

Для детей с высоким стоянием большого вертела характерно выраженное увеличение значений глобального поясничного лордоза (GLL), угла наклона крестца (SS), уменьшение значений угла наклона таза (PT) и смещение линии вертикального отвеса (SVA) кзади от мыса крестца. Совокупность данных изменений проявляется в чрезмерной ротации таза кпереди и гиперлордозе поясничного отдела позвоночника. Подобная рентгенологическая картина соответствует IV (гиперлордотическому) типу вертикальной осанки по P. Roussouly. Формирующиеся еще в детском возрасте данные рентген-анатомические изменения в тазобедренных суставах являются субстратом для развития внесуставного типа фемороацетабулярного импинджмента и раннего коксартроза, а компенсаторные изменения

в позвоночно-двигательных сегментах пояснично-крестцового отдела позвоночника создают предпосылки для формирования механизмов раннего развития дегенеративно-дистрофических процессов. Полученные результаты требуют дальнейшего изучения с целью оценки изменения сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений после оперативного лечения и возможностей оптимизации корригирующих хирургических технологий.

Конфликт интересов. Авторы декларируют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Проведение настоящего исследования обсуждено и одобрено этическим комитетом ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России. Пациенты и их представители дали согласие на участие в исследовании и публикацию персональных данных.

Работа проведена в рамках выполнения Государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации № АААА-А18-118122690158-2.

Список литературы

1. Mazzini J.P., Martín J.R., Ciruelos R.M. Coxa vara with proximal femoral growth arrest as a possible consequence of extracorporeal membrane oxygenation: a case report. Cases J. 2009. V. 11(2). P. 8130. DOI: 10.4076/1757-1626-2-8130.
2. Поздникин И.Ю., Басков В.Е., Барсуков Д.Б., Бортулёв П.И., Краснов А.И. Гипертрофия большого вертела и вертельно-тазовый импинджмент-синдром у детей (причины формирования, рентгеноанатомическая характеристика) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2019. №3. С.15-24. DOI: 10.17816/PTORS7315-24.
3. Ganz R., Gill T.J., Gautier E., Ganz K., Krugel N., Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. J. Bone Joint Surg. Br. 2001. V. 83. P. 1119-1124.
4. Leunig M., Ganz R. The evolution and concepts of joint preserving surgery of the hip. J. Bone Joint Surg. Br. 2014. V. 96-B. P. 5-18.
5. de SA D., Alradwan H., Cargnelli S., Thawer Z., Simunovic N., Cadet E., Bonin N., Larson C., Ayeni O.R. Extra-articular hip impingement: a systematic review examining operative treatment of psoas, subspine, ischiofemoral, and greater trochanteric/pelvic impingement. Arthroscopy. The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2014. V. 30(8). P. 1026–1041. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.02.042.

6. Bech N.H., Haverkamp D. Impingement around the hip: beyond cam and pincer. *EFORT Open Rev.* 2018. V. 21. № 3(2). P. 30-38. DOI: 10.1302/2058-5241.3.160068.
7. Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Басков В.Е., Овечкина А.В., Барсуков Д.Б., Поздникин И.Ю. Клинико-рентгенологические показатели позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра // *Травматология и ортопедия России.* 2018. Т.24. №3. С.74-82. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-74-82.
8. Хоминец В.В., Кудяшов А.Л., Шаповалов В.М., Мироевский Ф.В. Современные подходы к диагностики сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника // *Травматология и ортопедия России.* 2014. №4. С.16-26.
9. Albers C.E., Steppacher S.D., Schwab J.M., Tannast M., Siebenrock K.A. Relative Femoral Neck Lengthening Improves Pain and Hip Function in Proximal Femoral Deformities With a High-riding Trochanter. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2015. V. 473. P. 1378–1387. DOI: 10.1007/s11999-014-4032-9.
10. Tschauner C., Graf R. Triple intertrochanteric osteotomy in coxa vara associated with high riding of the great trochanter and leg shortening. *Orthopaedics and traumatology.* 1994. V. 3. P. 88-100.
11. Камоско М.М., Баиндурашвили А.Г. Диспластический коксартроз у детей и подростков (клиника, патогенез, хирургическое лечение). СПб.: СпецЛит, 2010. С. 54-72.
12. Hesarikia H., Rahimnia A. Differences between male and female sagittal spinopelvic parameters and alignment in asymptomatic pediatric and young adults. *Minerva Ortopedica e traumatologica.* 2018. V. 69(2). P. 44-48 DOI: 10.23736/S0394-3410.18.03867-5.
13. Omeroğlu H., Uçar D.H., Tümer Y. A new measurement method for the radiographic assessment of the proximal femur: the center-trochanter distance. *Acta Orthop. Traumatol Turc.* 2004. V. 38(4). P. 261-264.
14. Leunig M, Ganz R. Relative neck lengthening and intracapsular osteotomy for severe Perthes and Perthes-like deformities. *Bull NYU HospJtDis.* 2011. V. 69 (Suppl.1). P. 62–67.
15. Ozer A.F. Kaner T., Bozdoğan Ç. Sagittal Balance in the Spine. *Turkish Neurosurgery.* 2014. V. 24 (1). P. 13-19.
16. Zheng X., Chaudhari R., Wu C., Mehbod A.A., Transfeldt E.E., Winter R.D. Repeatability test of C7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique. *Spine.* 2010. V. 35 (18). P. E889-E894. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181db7432.
17. Jackson R., Phipps T., Hales C., Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine.* 2003. V. 28(2). P. 151-160.